ANALISIS DE FALLAS
CONSIDERACIONES PREVIAS

- Una falla no es un evento simple y es preciso estudiarlo a varios niveles (diseño, selección de materiales, proceso, operación etc.).

- Organizar y planificar el A.F. teniendo en cuenta: objetivos y prioridades antes de realizar ensayos destructivos. Convertir suposiciones en evidencias

ANALISIS DE FALLAS
CONSIDERACIONES PREVIAS

- **Claves de A.F.**

1) Preservar las muestras.
2) Realizar ensayos de los menos destructivos a los mas destructivos.
3) Conocer las limitaciones en el conocimiento y cuando solicitar ayuda.
4) Antes de iniciar un A.F. determinar como la muestra fue seleccionada, obtenida y preservada.
5) Saber cuando **NO** debe realizarse un ensayo destructivo.

ANALISIS DE FALLAS
OBJETIVO

- Determinar quien es el responsable en un litigio.
- Determinar la causa para que no vuelva a ocurrir.
- Razones puramente académicas

ANALISIS DE FALLAS

EVITAR ERRORES

Tener en cuenta que los resultados de un A.F. pueden afectar económicamente y psicológicamente a personas o empresas implicadas, y que estos efectos pueden incluso ser mas dañinos que la falla en si.

ANALISIS DE FALLAS

EVITAR ERRORES

El temor a pasar por alto detalles importantes es la razón por la cual expertos en el tema NO quieren realizar un A.F. a menos que se disponga de TIEMPO Y FINANCIACIÓN adecuadas, dado que es fácil llegar a conclusiones erróneas si no se realiza una amplia investigación.

ANALISIS DE FALLAS

CATEGORIAS DE FALLAS

- **Distorsión y deformación**
- **Fractura**
- **Corrosión**
- **Desgaste**

ANALISIS DE FALLAS
COSTOS

- Estudios realizados en USA indican que al año 2002 los costos por fractura y corrosión son aprox.: 640.000Millones
- Fractura: 368.000 M o sea aprox.4% PBA.
- Corrosión:276.000M o sea aprox. 3% PBA
- Erosión y desgaste 2%PBA (Inglaterra y Alemania)

ANALISIS DE FALLAS
COSTOS

- Para tener un parámetro de comparación:

  En fractura se puede reducir casi un 30% aplicando mejor diseño ,control de fractura mantenimiento, reparación etc. y mas de un 25% desarrollando planes de investigación relacionados a problemas de fractura (materiales y estructuras)

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

1) INFORMACIÓN INICIAL.
2) EXAMEN VISUAL
3) ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
4) ENSAYOS DESTRUCTIVOS
5) EXÁMEN DE TODOS LOS DATOS
6) PREPARACIÓN DE UNA PRESENTACIÓN DOCUMENTADA CON LOS RESULTADOS

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

1) INFORMACIÓN INICIAL

a) Información oral

b) Información documentada obtenida en el lugar.

c) Información de la fabricación del equipo y el proceso involucrado en su uso

Conviene tener un listado de preguntas.

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

2) EXÁMEN VISUAL.

Es el paso mas importante de un A.F. y ninguno de los siguiente puntos debe ser ignorado

a) Fotografías-registrar todas las marcas, tipos de tensión, corrosión, abrasión, decoloración, inicio de rotura etc.

b) Instrucciones de operación y registros.

c) Evidencias de uso indebido.

d) Determinar zonas y tipos de muestras. Cuidados.

e) Observar las muestras con lupa, estereoscópica y MEB.

f) Confirmar el mecanismo que dio origen a la falla.

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

3) Ensayos No Destructivos

(Considerar la posibilidad de contaminación)

a) Tintas penetrantes
b) Partículas magnetizables.
c) Radiográficos
d) Ultrasonido
e) Corrientes de Foucault
f) Réplicas metalográficas

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

3) Ensayos No Destructivos (cont.)

Resumen de la sensibilidad de algunos métodos disponibles en detección de fisuras

Radiografía Gamma	2% del espesor
Partículas magnéticas	0.5 mm
Eddy current	0.1 mm
Microscopio óptico	0.002 mm
Ultrasonido	0.05 mm
Tintas penetrantes	0.025 – 0.25 mm
MEB	0.000005 mm

ANALISIS DE FALLAS

4) Ensayos Destructivos
(confirman propiedades).

a) Ensayos químicos
b) Tracción, impacto
c) Dureza, creep
d) Metalográficos
e) Fractomecánicos - Fatiga
f) Corrosión

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

5) **Examen de todos los datos**

- ✓ Armado del rompecabezas
- ✓ Estudios cuestionables deben repetirse
- ✓ Evitar errores comunes (prejuicios)
- ✓ Estar convencidos de los resultados (discutirlos)

562
A VER CÓMO TE PORTÁS, MANOLITO
?
©QUINO
¡CRASH!
BUENO, LAS COSAS SUELEN ROMPERSE ¿O NO HAN OÍDO HABLAR DE LA FATIGA DE LOS MATERIALES?

SUIIIIIIIISH
730
SUIIIIIIIISH
©QUINO
¡ÑOC!
NO ENTIENDO QUÉ PUEDE HABER FALLADO

ANALISIS DE FALLAS
SECUENCIA DE UN ANÁLISIS

6) PREPARACIÓN DE UNA PRESENTACIÓN DOCUMENTADA CON LOS RESULTADOS.

La presentación del informe y prolijidad es muy importante

Las conclusiones y el resumen deben ser cortos y claros. Personal no técnico debe comprenderlo, dado que ellos tomarán decisiones basados en el informe.

ANALISIS DE FALLAS

Averiguar: (Temas del checklist)

I. *Descripción del tamaño, forma y uso del componente*

II. *Estado de tensiones en el componente*

III. *Detalles de la fisura crítica*

IV. *Especificaciones del material del componente*

V. *Microestructura del componente*

ANALISIS DE FALLAS

I. Descripción del tamaño, forma y uso del componente

A. Zonas en el diseño con concentración de tensiones

Magnitud de la concentración de tensiones en la falla

ANALISIS DE FALLAS

II. Estado de tensiones en el componente

A. Tipo de tensiones,

1. Magnitud de los niveles de tensiones
   a. Tensión media
   b. Rango de tensiones

2. Tipo de tensiones (modo I, II, III o combinaciones)

3. Presencia de gradiente de tensiones

ANALISIS DE FALLAS

II. Estado de tensiones en el componente

B. Estado de tensiones: tensión plana
vs. deformación plana

Apariencia de la superficie de fractura (por ciento de labio de corte)

ANALISIS DE FALLAS

II. Estado de tensiones en el componente

C. Naturaleza de las variaciones de carga

1. Horas de operación del componente
2. Frecuencia de cargas cíclicas
3. Tipo de carga
   a. Cargas al azar
   b. Existencia de sobrecargas anormales

ANALISIS DE FALLAS

III. Detalles de la fisura crítica

A. Fecha de la inspección previa

Resultados de la inspección previa

B. Naturaleza de la fisura crítica (esquematizar posición/ acompañar macrofotografías)

1. Macrografía de la ubicación de la fisura crítica
2. Tamaño, forma y orientación de la fisura crítica
3. Iniciación fisura crítica(superficial o interna)
4. Dirección de la propagación de la fisura determinada por:

Marcas tipo Chevron - Pop-in - Marcas de playa - Dirección

ANALISIS DE FALLAS

III.Detalles de la fisura crítica

C. Imperfecciones de fabricación relacionados con la iniciación de la fisura

- Rayaduras
- Marcas de herramientas
- Defectos de soldadura
- Desalineación

D. Imperfecciones de origen metalúrgico relacionadas con Ia iniciación de la fisura

Inclusiones – Cavidades - Partículas de segunda fase - Interfases débiles - Inclusiones de escoria – Otros.

ANALISIS DE FALLAS

III.Detalles de la fisura crítica

E. Observaciones fractográficas

1. Observaciones cualitativas

Ruptura tipo hoyuelos - Estriaciones de fatiga – Clivaje – Corrosión – Intercristalino - Abrasión mecánica, etc.

2. Observaciones cuantitativas

1. Espaciado de estriaciones a distancias conocidas con respecto al origen de la fisura
2. Espaciado de estriaciones evidenciando carga uniforme o al azar
3. Tamaño de la zona de propagación inestable de la fisura

ANALISIS DE FALLAS

I. Especificaciones del material del componente

A. Designación de la aleación
B. Propiedades mecánicas
C. Composición química

	σ ys	σ ts	**Elongación %**	R.A. %	K IC	K ISCC	**Caracterización a la fatiga**
Especificado							
Determinado							

Elemento								
Especificado								
determinado								

ANALISIS DE FALLAS

IV. Especificaciones del material del componente

D. Proceso de fundición

E. Procesado mecánico del lingote

1. Laminado en caliente
2. Laminado en frio
3. Laminado transversal

F. Tratamiento termomecánico

1. Condición recocido o solubilizado
2. Templado ó envejecido
3. Trabajado mecánico intermedio
4. Revenido o aliviado de tensiones

ANALISIS DE FALLAS

IV. Especificaciones del material del componente

G. Fabricación del componente

1. Fabricado por

Forjado – Fundido – Maquinado – Repujado – Extrudado – Otro.

2. Método de unión

Soldado – Abulonado - Unión por adhesivos – Otro.

H. Tratamiento superficial

Granallado - Tratamiento térmico superficial - Laminado en frío - Cementado – Decapado – Nitrurado – Recubrimiento – Otro.

ANALISIS DE FALLAS

V. Microestructura del componente

1. Forma de fibrado mecánico por segregaciones.

2. Tamaño y forma de grano

3. Tipo y cantidad de inclusiones.

ANALISIS DE FALLAS

MODELO PARA RESOLVER EL PROBLEMA

1) Identificar problema

2) Determinar causas

3) Aplicar acciones correctivas

4) Validar y verificar

5) Estandarizar

6) Iteración de 1 a 5